

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroniky**

**Absolvování individuální odborné praxe**  
**Individual Professional Practice in the Company**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Vyhlídal**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 2602R014 Aplikovaná a komerční elektronika  
Téma: Absolvování individuální odborné praxe  
Individual Professional Practice in the Company

### Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Huisman konstrukce s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
  - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
  - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
  - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
  - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
  - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
  - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

### Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta

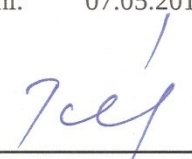
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivo Neborák, CSc.**

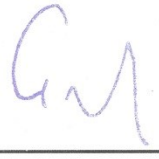
Konzultant bakalářské práce: Ing. Petr Malčok

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013

  
doc. Ing. Petr Pálacký, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal

07. 05. 2013

*Yoklida*

## **Abstrakt (CS)**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na návrh a realizaci testovacího přístroje měřících smyček, který zabezpečí variabilitu testovacího přístroje pro pasivní a aktivní měření. Postupně budou rozebrány dílčí části měřícího přípravku a popsány jejich vlastnosti. V konečné podobě bude přípravek otestován v provozních podmínkách. Ve finále bude zpracována technická dokumentace pro společnosti Huisman konstrukce s.r.o.

## **Abstrakt (EN)**

The thesis focused on the design and implementation of test device for measuring loops, which secures variability of test device for passive and active measurements. The component parts of measuring device were successively analyzed and their properties were described. The product in its final version was tested in the workplace. In conclusion the technical documentation for Huisman konstrukce s.r.o. was drawn up.

**Klíčová slova:**

Huisman konstrukce s.r.o., proudový zdroj, DC/DC měnič, mikrokontrolér, jazyk C

**Key-words:**

Huisman konstrukce s.r.o., current source, DC/DC converter, microcontroller unit, programming language C

**Seznam použitých zkratek a symbolů**

ABS	- akreditační institut
ALU	- aritmetickologická jednotka
ANSI	- americká standardizační organizace
CISC	- skupinu procesorů s instrukční sadou pokrývající široký okruh funkcí
CPU	- sekvenční obvod, který vykonává strojový kód uložený v operační paměti, je součástí MCU
DNV	- akreditační institut
EEPROM	- elektricky mazatelná semipermanentní paměť typu ROM-RAM
Lloyd's	- akreditační institut
MCU	- monolitický integrovaný obvod obsahující kompletní mikropočítač
NMD	- akreditační institut
PWM	- diskrétní modulace pro přenos analogového signálu pomocí dvouhodnotového signálu.
RAM	- paměť s přímým přístupem nebo paměť s libovolným výběrem
RISC	- označuje procesory s <i>redukovanou</i> instrukční sadou
TüV	- akreditační institut
UNIX	- operační systém
USB	- univerzální sériová sběrnice

## **Poděkování**

Prostřednictvím této bakalářské práce bych chtěl poděkovat panu Ing. Petru Malčokovy, za umožnění vykonání praxe ve společnosti Huisman s.r.o. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Marku Kovácsovi za zprostředkování praxe.

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi .....</b>	<b>2</b>
2.1 Profil firmy .....	2
<b>3. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Teoretický rozbor .....</b>	<b>4</b>
4.1 Proudový zdroj .....	4
4.2 Měnič napětí .....	5
4.3 Mikroprocesor ( $\mu P$ ) .....	15
4.4 Jazyk C .....	16
<b>5. Postup řešení zadaných úkolů .....</b>	<b>18</b>
5.1 Proudový zdroj .....	18
5.2 DC/DC měnič .....	19
5.3 Program pro MCU .....	19
5.4 Zpracování výrobní dokumentace .....	22
<b>6. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe .....</b>	<b>23</b>
<b>7. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe. ....</b>	<b>23</b>
<b>8. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení. ....</b>	<b>23</b>
<b>9. Seznam použité literatury .....</b>	<b>24</b>
<b>10. Seznam příloh .....</b>	<b>24</b>

# 1. Úvod

Předmětem této bakalářské práce je vykonání individuální odborné praxe ve společnosti Huisman s.r.o., kde mou pracovní náplní je návrh a realizace testovacího přístroje pro měření aktivních a pasivních proudových smyček a dodání patřičné výrobní dokumentace. V první části se zaměříme na teoretický rozbor jednotlivých bloků testovacího přípravku a následně popisu celého přípravku, jako napájení aktivního režimu pomocí spínaného regulátoru napětí, řídicí části tvořené MCU a proměnnému zdroji proudu.



## **2. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi**

### **2.1 Profil společnosti**

*Společnost Huisman je soukromá společnost s celosvětovou působností, která má rozsáhlé zkušenosti v oblasti návrhů a výroby těžké techniky pro vedoucí světové firmy operující na pevnině i na moři. Společnost Huisman - původně založená v roce 1929 jako firma pro výrobu ocelových konstrukcí - se spojila s konstrukční kanceláří, aby mohla vyvíjet nové produkty zcela pod vlastním vedením, od konceptu až po dodání.*

*Náš sortiment produktů lze rozdělit do šesti hlavních kategorií: zařízení pro těžké zdvihy, vrtné soupravy, Zařízení pro pokládání potrubí, uvazovací systémy, designy lodí a speciální projekty. Naše projekty zahrnují jak samostatné komponenty, tak vysoce konstrukčně náročné integrované systémy. Naše výroba probíhá současně v provozovnách v Nizozemí, Číně a České republice. Kromě toho máme další pobočky pro prodej, mechanickou konstrukci a servis v Brazílii, Singapuru a USA.*

#### **Kvalita**

*Zařízení dodávaná společností Huisman bývají často tím hlavním a nejdůležitějším zařízením na palubě plavidel a my si uvědomujeme, že je nutné klást největší důraz na jejich spolehlivost. Proto se již od samotného založení společnosti považuje za nejvyšší firemní hodnotu dodávání produktů nejvyšší kvality. Díky tomu jsou naše zařízení mezinárodně uznávána pro svou vysokou kvalitu a provozní spolehlivost. Naše produkty vyhovují těm nejnáročnějším výkonnostním kritériím a mají certifikaci od uznávaných institucí, např. Lloyd's, DNV, ABS, NMD a TüV.*

#### **Spolehlivý partner**

*Díky naší silné víře v partnerství s našimi klienty, odhodlání hledat nová technická řešení a horlivé snaze dodávat naše zařízení jako projekty na klíč, jsme si vybudovali pověst solidního a spolehlivého partnera na trhu. Vzhledem k našim dosavadním výkonům v daném oboru a dlouholeté spolupráci s velkým množstvím významných klientů můžeme s pýchou prohlásit, že společnost Huisman je spolehlivým dodavatelem nejmodernějších zařízení, plně otestovaných, dodaných v dohodnutém termínu, s dodržením rozpočtu a připravených k provozu. To je důvod, proč patříme mezi světové jedničky v oblasti systémů pro pokládání potrubí a těžké zdvihací techniky. A vezmeme-li v úvahu objednávky na naše nově vyvinutá vrtná zařízení, můžeme konstatovat, že jsme na dobré cestě získat přední postavení i v průmyslu vrtných technologií.*

#### **Dodávky na klíč**

*Naše vlastní konstrukční oddělení, konstrukční schopnosti a vlastní prostory pro výrobu, testování, uvádění do provozu a instalaci nám umožňují dodávat na zakázku vyrobená zařízení na klíč.*

#### **Inovační řešení**

*Naše oddělení výzkumu a vývoje (R&D) pracuje na nových řešeních a systémech, které, jak věříme, přinášejí na trh současných technologií přidanou hodnotu, a které již byly realizovány u mnohých z našich produktů. Obory, jimiž se zabýváme, zahrnují lodní stavitelství, mechanickou konstrukci, materiálové inženýrství, hydraulické pohonné systémy, elektro systémy a software. Naše pracovní zkušenosti nám umožňují využívat těch nejlepších řešení nalezených v rámci našich různorodých projektů. (1)*

### **3. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe**

- 3.1 Pro testovací přístroj měřících smyček navrhnete nadstavbovou část, která zabezpečí variabilitu přístroje pro pasivní i aktivní měření.
- 3.2 Zpracujte návrh, včetně všech potřebných výpočtů
- 3.3 Zpracujte výrobní dokumentaci nadstavbové části měřícího přístroje

## 4. Teoretický rozbor

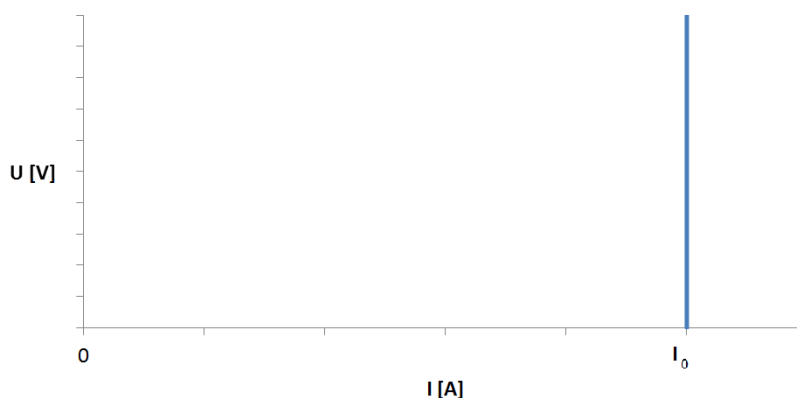
V teoretickém rozboru se budeme zabírat dílčími částmi celkového přípravku, rozděleného do několika částí. Proudový zdroj, spínaný regulátor napětí, odečet a zobrazení hodnot pomocí MCU, za pomoci programovacího jazyku C.

### 4.1 Proudový zdroj

Účelem proudového zdroje, je dodávat do obvodu konstantní hodnotu proudu nezávisle na velikosti odebíraného napětí. Tato vlastnost však v reálu není proveditelná, z důvodu neideálních podmínek jako je teplotní závislost součástek, parazitní kapacity polovodičových prvků, ztrát způsobených vedením proudu vlastní spotřebou, šum, frekvenční závislost a opotřebování všech použitých prvků. Hlavním kritériem je však velikost zatěžovacího odporu. Proudové zdroje můžeme rozdělit do dvou skupin a to ideální zdroje proudu a reálné zdroje proudu, které dále dělíme na měkké a tvrdé. Přičemž, za určitých okolností lze pokládat reálný proudový zdroj za ideální zdroj proudu. Zavedením maximálního proudového namáhání zdroje, v té oblasti kde zatěžovací charakteristika je stále konstantní.

- a) Ideální proudový zdroj – je takový zdroj, který se vyznačuje nekonečným vnitřním odporem zdroje  $R_i = \infty$ . Je schopen do obvodu dodávat konstantní hodnotu proudu nezávisle na odebírané velikosti napětí vyžadované obvodem. Hodnota vnitřní vodivosti  $G = konst.$

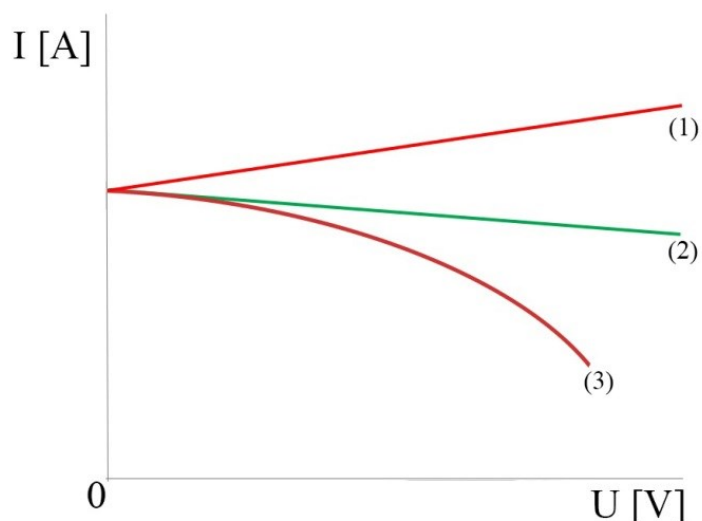
#### Ideální proudový zdroj



Obr. 2.1a: Průběh závislosti  $U = f(I)$  ideálního proudového zdroje

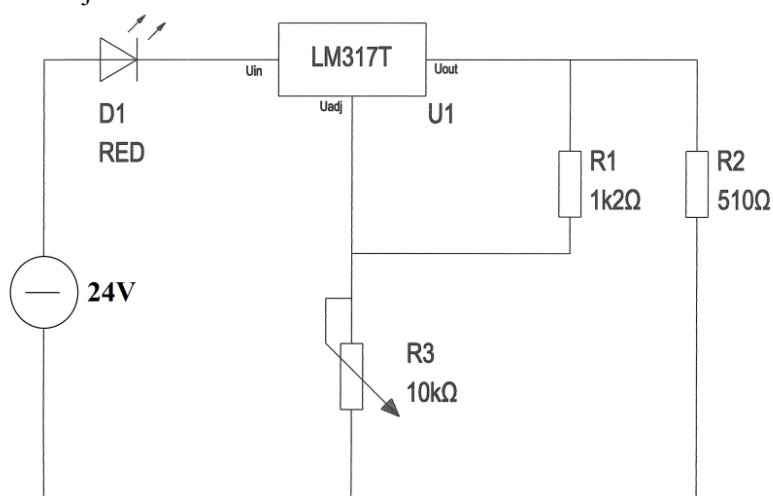
- b) Reálný proudový zdroj – na rozdíl od ideálního zdroje proudu se na něj vztahují veškeré fyzikální vlastnosti použitých součástek. Také s rostoucí velikostí zatěžovacího odporu  $R$  dochází k poklesu dodávaného proudu. Reálné proudové zdroje můžeme nadále rozdělit dalšími možnými kritérii:

- reálný zdroj proudu s konstantním kladným vnitřním odporem (1) - obr. 2.1b  
Vnitřní vodivost  $G$  má záporný charakter.
- reálný zdroj proudu s konstantním záporným vnitřním odporem (2) - obr. 2.1b  
Vnitřní vodivost  $G$  je kladná a s rostoucí odporovou zátěží roste
- reálný zdroj proudu s proměnným kladným vnitřním odporem (3) - obr. 2.1b  
Vnitřní vodivost  $G$  roste v závislosti změny odporu



Obr. 2.1b: Průběh závislosti  $U = f(I)$  reálného proudového zdroje

**LM317** - Jedná se o integrovaný obvod, obsahující pouze tři vývody  $V_{in}$ ,  $V_{out}$  a  $V_{adj}$ . Slouží jako stabilizátor vhodný jako levné a účinné vytvoření proudového zdroje. Kdy v našem případě odpory  $R_1$  a  $R_3$  tvoří dělič napětí. Odporem  $R_3$  obstaráváme řízení proudu na konstantní zátěži  $R_2$  o velikosti  $510\ \Omega$ . Tudíž z toho vyplývá, že maximální možný proud procházející zátěží je  $24\ mA$ , však minimální hodnota proudu je  $3,5\ mA$  dána obvodovou strukturou integrovaného obvodu LM317. Obvod má tendenci udržovat konstantní napětí  $1,25\ V$  mezi svorkami  $V_{out}$  a  $V_{adj}$ , z toho vyplývá, že změnou odporu  $R_3$  docílíme možnost regulace výstupního proudu na zátěži. Dioda  $D1$  nám zajišťuje indikaci funkčnosti zdroje.



Obr. 2.1c: Schéma zapojení zdroje proměnlivého proudu pro měření pasivních proudových smyček

2. **Neznámý**. zdroje proudu. [Online] [Citace: 12. Říjen 2012.] [micro.feld.cvut.cz](http://micro.feld.cvut.cz).

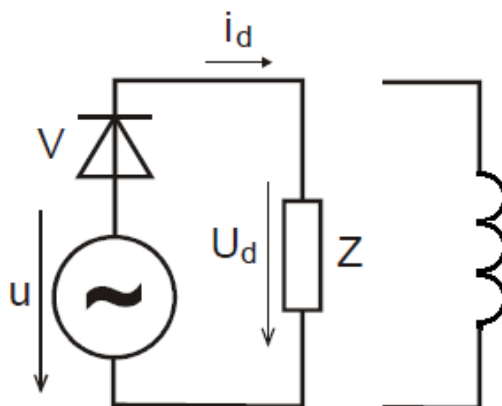
## 4.2 měniče napětí

Základní rozdělení polovodičových měničů:

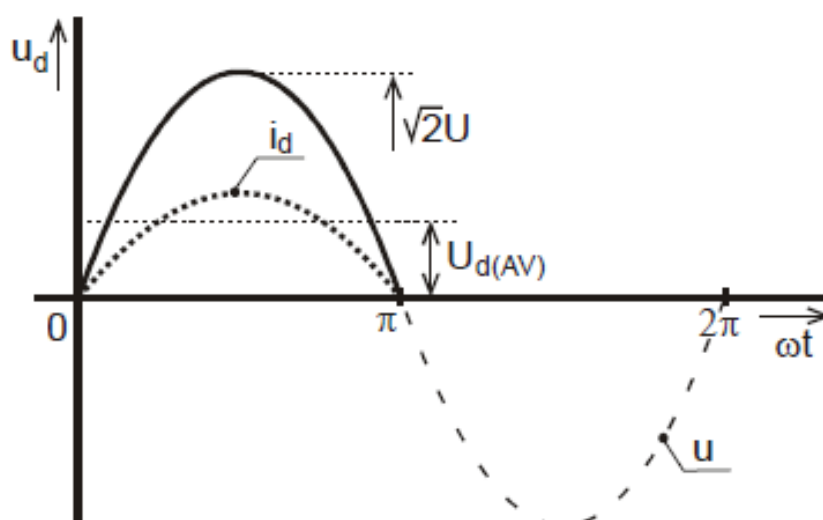
- usměrňovače
- měniče stejnosměrného napětí
- napěťový střídač
- střídavý měnič napětí

## Usměrňovače:

1 fázový jednopulzní neřízený usměrňovač – Jedná se o nejjednodušší možnou realizaci 1 fázového usměrňovače. Je tvořen pouze jednou polovodičovou diodou zapojenou v propustném směru. Toto zapojení však umožňuje usměrnění jen každé kladné půlperiody. Z toho vyplývá, že dochází k přerušení toku proudu, pro každou zápornou půlperiodu. V závislosti na typu zátěže probíhá ke změně výsledného průběhu proudu. V případě odporového typu zátěže, proud kopíruje průběh usměrněného napětí.

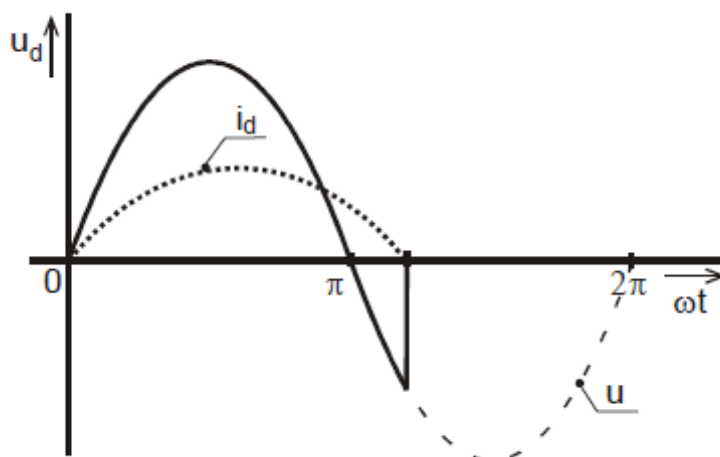


Obr. 2.2a: schéma zapojení jednocestného neřízeného usměrňovače R, L zátěž



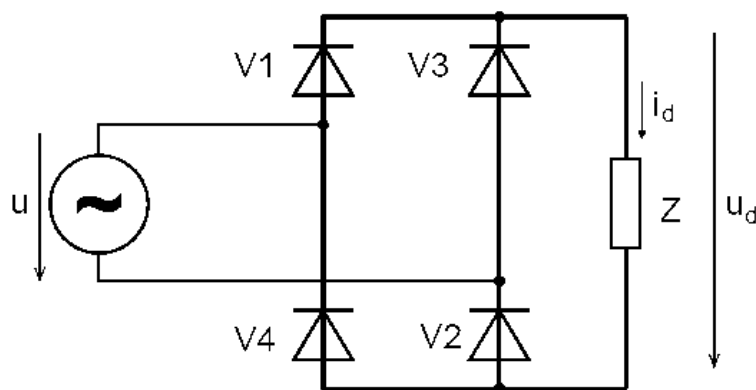
Obr. 2.2b: Průběh proudu a napětí jednocestného neřízeného usměrňovače

Přidáním induktivního typu charakteru zátěže dochází v cívce vlivem změny magnetického toku  $\Phi$  k indukování proudu. V důsledku indukování proudu dochází k prodloužení vedení proudu diodou. Napětí si zachovává při přechodu z kladné do záporné hodnoty svou strmost do doby „vybití“ indukované energie.

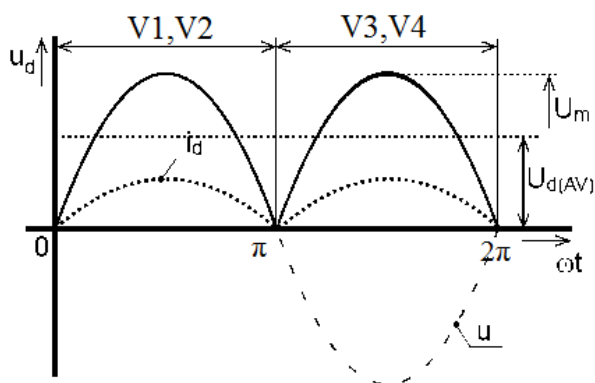


Obr. 2.2c: Průběh proudu a napětí jednocestného neřízeného usměrňovače

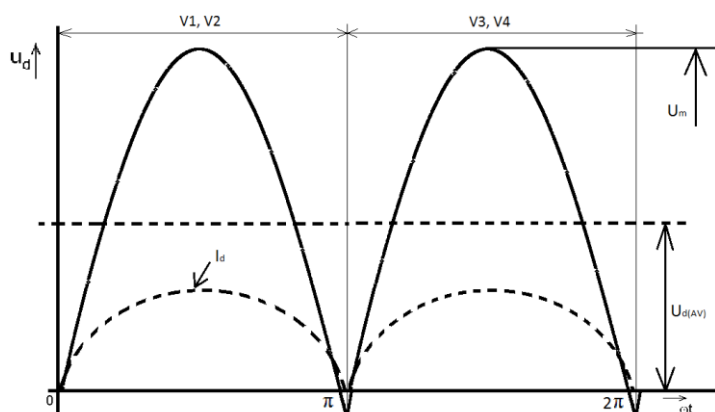
1 fázový dvoupulzní neřízený můstkový usměrňovač – můstkové zapojení tvořeno paralelní kombinací dvou uzlových usměrňovačů. Dochází k usměrnění kladné i záporné půlperiody vstupního napětí. Z toho vyplývá také vyšší střední hodnota usměrněného napětí. Stále jako u předchozího zapojení dochází k přerušení proudu, ale v menším rozsahu než tomu bylo. Proud na konci každé půlperiody má ve velmi krátkém intervalu nulovou hodnotu, je ve stavu tzv. mezi nespojitosti. Kdežto přidáním vhodné indukční zátěže do obvodové struktury docílíme kontinuity proudu. Díky indukování proudu v cívce v důsledku změny magnetického toku  $\Phi$  energie naakumulovaná uvnitř pokryje dobu, kdy proud dosahuje nulových hodnot. Dalším pozitivním výsledkem indukčnosti v obvodu je snížení zvlnění proudu a následné zvětšení jeho střední hodnoty. Avšak dochází k posunu usměrněného napětí do záporných hodnot, tento posun lze ošetřit přidáním nulové diody  $V_0$  paralelně k zátěži.



Obr. 2.2d: schéma zapojení dvoucestného neřízeného usměrňovače pro  $R$  zátěž

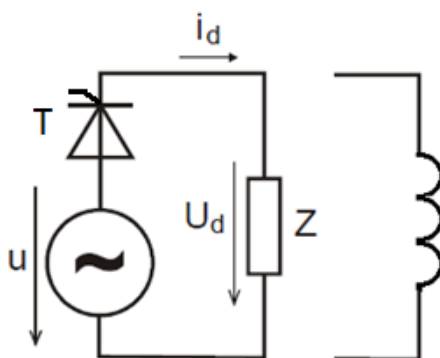


Obr. 2.2e: Průběh proudu a napětí dvoucestného neřízeného usměrňovače pro R zátěž

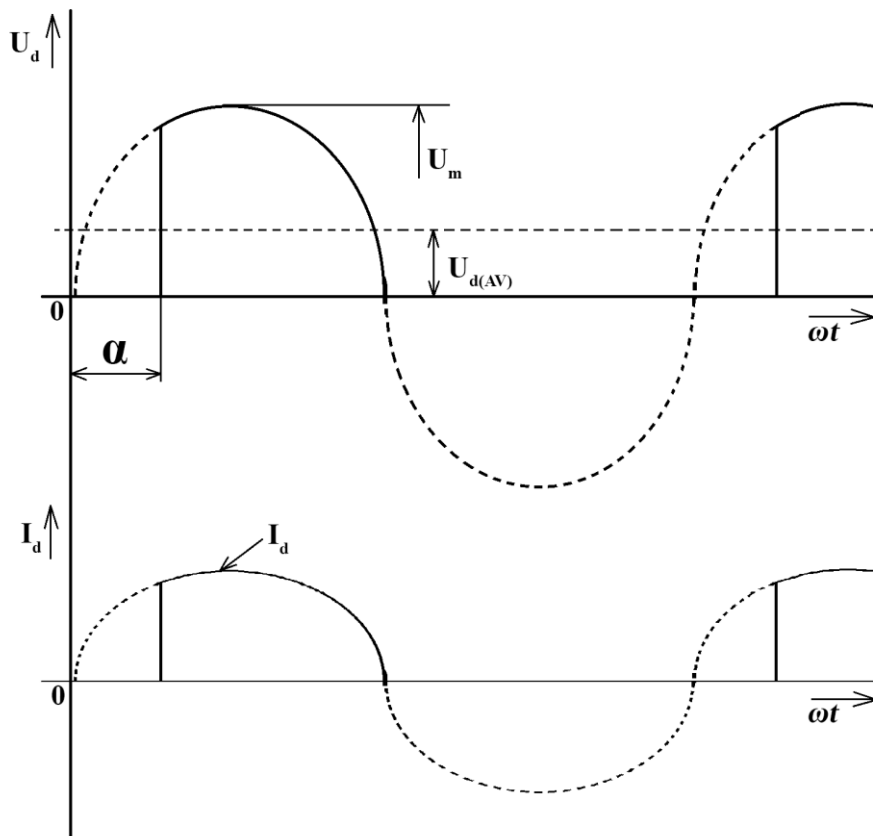


Obr. 2.2f: Průběh proudu a napětí dvoucestného neřízeného usměrňovače pro L zátěž

1 fázový jednopulzní řízený usměrňovač – Pro možnost řízení usměrňovače je nutno vyměnit v obvodu polovodičové diody za polovodičové tyristory, u kterých můžeme řídit dobu sepnutí přivedením zapínacího impulsu do jeho hradla. Tento způsob řízení nám umožňuje řídit velikost usměrněného napětí. Zapínací impulsy bývají zpravidla realizovány PWM (pulse width modulation) zdroji. Zvětšováním řídicího úhlu, také dochází k delší prodlevě nespojitosti proudu. Jedním z možných řešení je zařazení vhodně zvolené filtrační kapacity. Kondenzátor se během růstu napětí nabíjí na svou nominální hodnotu, při začátku poklesu proudu dochází k uvolnění náboje kondenzátoru a zmírnění poklesu proudu. Induktivní charakter zátěže prodlužuje dobu vedení proudu a napětí už pro řídicí úhel  $\alpha = 0^\circ$ . Pro řídicí úhel  $\alpha = 90^\circ$  se stává střední hodnota usměrněného napětí nulovou, po jeho následném překročení se dostáváme do stavu, kdy usměrněné napětí je záporné, přičemž hodnota proudu je stále kladná.



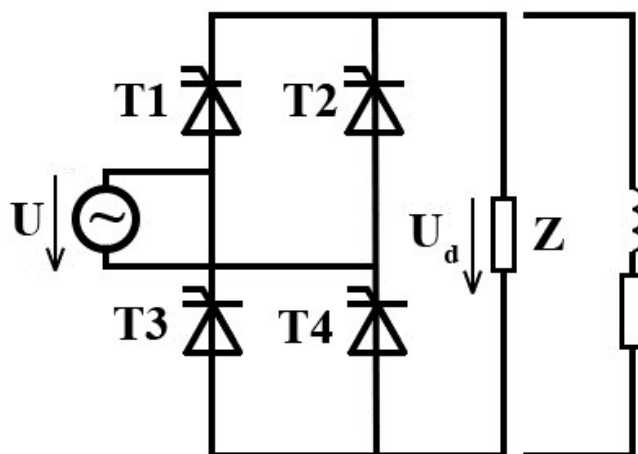
Obr. 2.2g: schéma zapojení jednocestného řízeného usměrňovače R, L zátěž



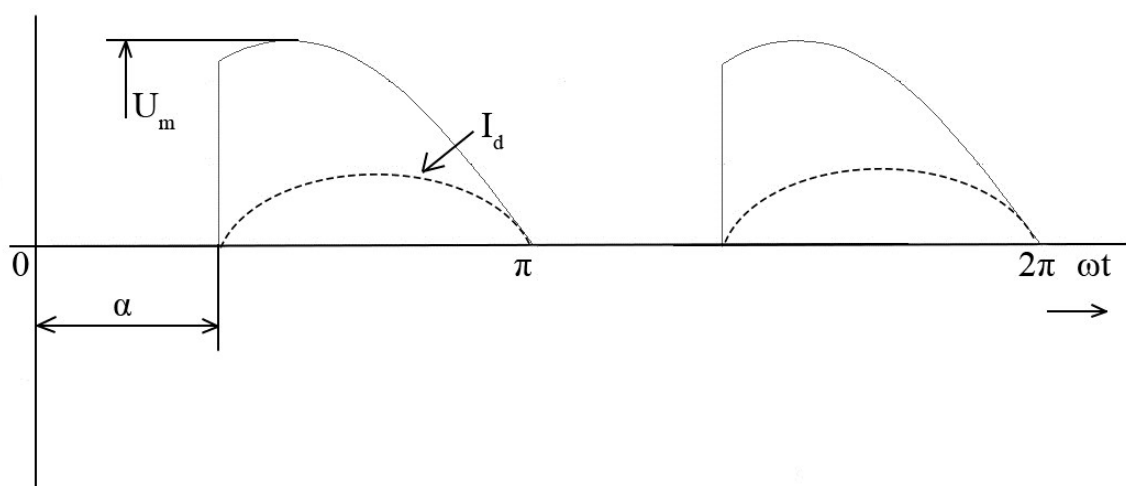
Obr. 2.2h: Průběh proudu a napětí jednocestného řízeného usměrňovače pro R zátěž

1 fázový dvoupulsní řízený můstkový usměrňovač – Jako u diodového usměrňovače, tak i zde pro řídicí úhel  $\alpha = 0^\circ$  je proud kopírován napětím, kdy na konci každé půlperiody se dostává v jednom bodě na nulovou hodnotu proudu, na mez nespojitosti. Zvyšováním řídicího úhlu  $\alpha$  se proud stává nespojitým, kdy jeho nulová hodnota se nachází na intervalu  $< 0 + k\pi; \alpha >$ . Hodnotě nulového proudu také můžeme předejít zařazením vhodného filtračního kondenzátoru. Kondenzátor se při rostoucím napětí nabíjí na svou nominální hodnotu, ve chvíli poklesu napětí přebírá úlohu kondenzátor, který mírní pokles napětí a proudu. Zároveň jej vyhladí. Při induktivní zátěži si můžeme povšimnout už při řídicím úhlu  $\alpha = 0^\circ$ , že dochází k posunu usměrněných pulsů do záporných hodnot. Induktivní charakter zátěže zajišťuje změnu magnetického toku  $\Phi$  cívkou, způsobeného usměrněnými pulsy sinusového signálu napájecího zdroje. Při překročení řídicího úhlu  $\alpha = 90^\circ$  se stává výkon usměrňovače záporný (usměrněný proud teče stále stejným směrem). Po přechodu napájecího napětí do záporné půlperiody ještě nedostávají tyristory  $T_2, T_4$  zapínací impulzy. Vlivem indukčnosti zátěže  $L$  protéká usměrněný proud  $I$  nadále původním směrem a to proti napájecímu napětí  $U$ , které už změnilo svoji polaritu. Na zátěži se objeví záporné napětí a to až do okamžiku  $\omega t = \frac{T}{2} + \alpha$ . Teprve v tomto okamžiku dostanou tyristory  $T_2, T_4$  zapínací impulz a na zátěži se objeví napětí v kladném směru. Omezení tohoto indukovaného napětí lze snadno zabezpečit přidáním nulové diody  $V0$  do obvodové struktury. Výsledné průběhy se takto ošetřeným způsobem blíží odporovému charakteru zátěže.

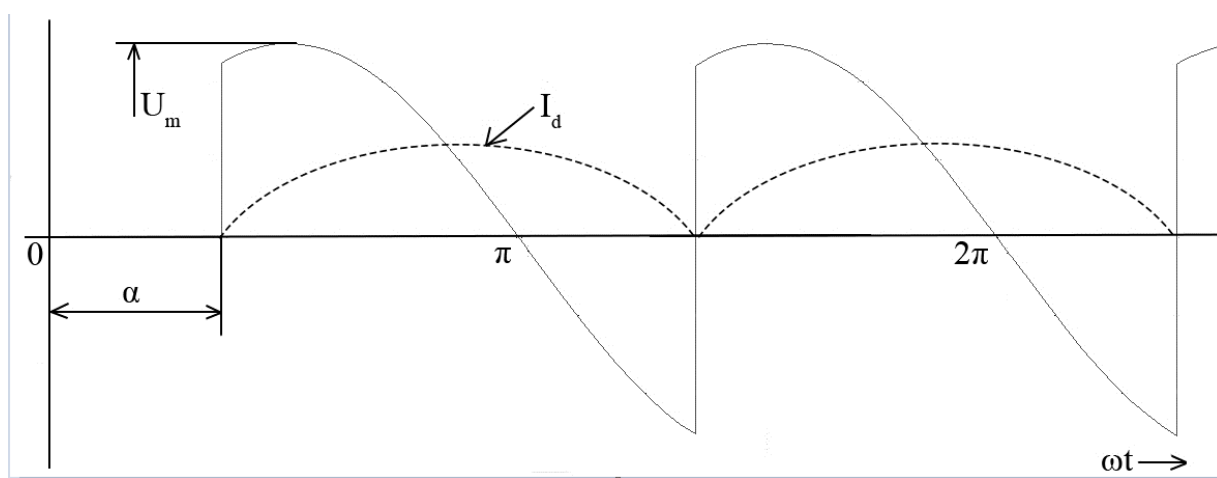




Obr. 2.2i: schéma zapojení dvoucestného řízeného usměrňovače R, RL zátěž



Obr. 2.2j: Průběh proudu a napětí dvoucestného řízeného usměrňovače pro R zátěž



Obr. 2.2k: Průběh proudu a napětí dvoucestného řízeného usměrňovače pro RL zátěž

## Měníče stejnosměrného napětí:

**Pulzní měniče pro snižování napětí** – Pulzní měnič je zařízení pro změnu jednoho druhu stejnosměrné energie na druhý. Nejjednodušší zapojení měniče pro snižování napětí je tvořen stejnosměrným zdrojem napětí, zapínatelným prvkem, nulovou diodou, která vede vždy v době vypnutého zapínatelného prvku. Zátěž je tvořena odporem, indukčností a v první řadě protinapětím, které může být realizováno např. akumulátorem, nebo protinapětím indukovaným v motoru. Pro správnou funkci je zapotřebí splnit podmínku  $U_i < U$ . Při sepnutí zapínatelného prvku dojde k propuštění napětí o hodnotě napájecího napětí. Proud narůstá díky induktivnímu charakteru zátěže exponenciálně. V době, kdy dojde k rozepnutí spínače, se obvod uzavírá přes nulovou diodu  $V_0$ . V cívce je stále naindukována energie  $W$ , která se vybijí nulovou diodou  $V_0$  po exponenciální křivce. Výsledný proud měniče  $i_d$  je realizován vztahem:

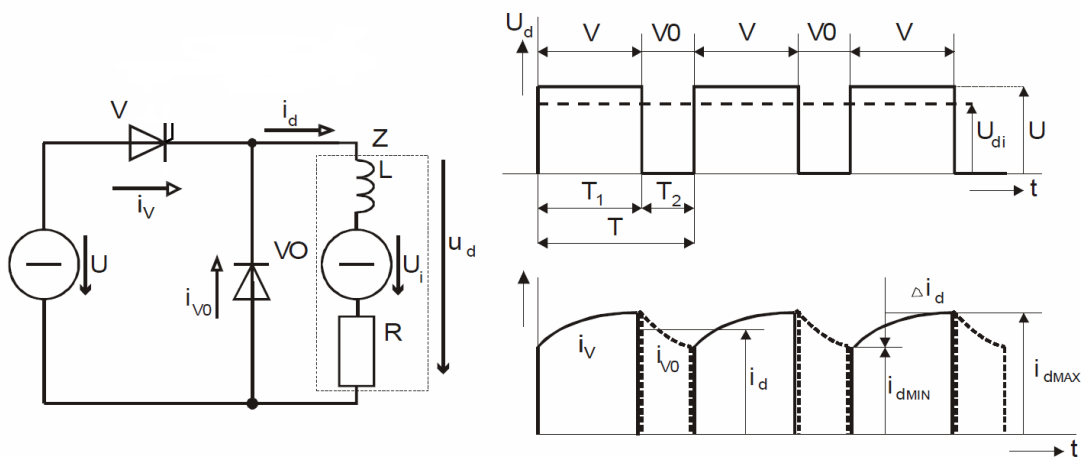
$$i_d = \frac{U - U_i}{R}$$

U měniče mohou nastat dva případy pro hodnoty proudu. Proud měničem může být nepřerušovaný, nebo přerušovaný. Pro první chod měniče by tedy následně platil vztah pro výpočet střední hodnoty proudu:

$$i_d = i_{V0} \left( e^{\frac{U_i}{R}} \right)$$

a pro střední hodnotu napětí nepřerušovaného chodu vztah:

$$U_{di} = \frac{T_1}{T} U = z \cdot U$$



Obr. 2.21: Schéma zapojení, průběhy proudu a napětí na stejnosměrném měniči napětí pro nepřerušovaný proud

$z$  určuje poměrnou dobu zapnutí měniče mezi dobou  $t_1$  a periodou  $T$ . Je popsán jako zatěžovatel. Pro přerušovaný chod stejnosměrného měniče napětí dosahujeme zcela odlišnými průběhy proudu a napětí. Proud procházející zátěží dosahuje nulových hodnot v době, kdy je veškerá naindukovaná energie vyčerpána, do doby nového sepnutí spínače. Potom tedy platí tyto vztahy pro výpočet střední hodnoty napětí na zátěži:

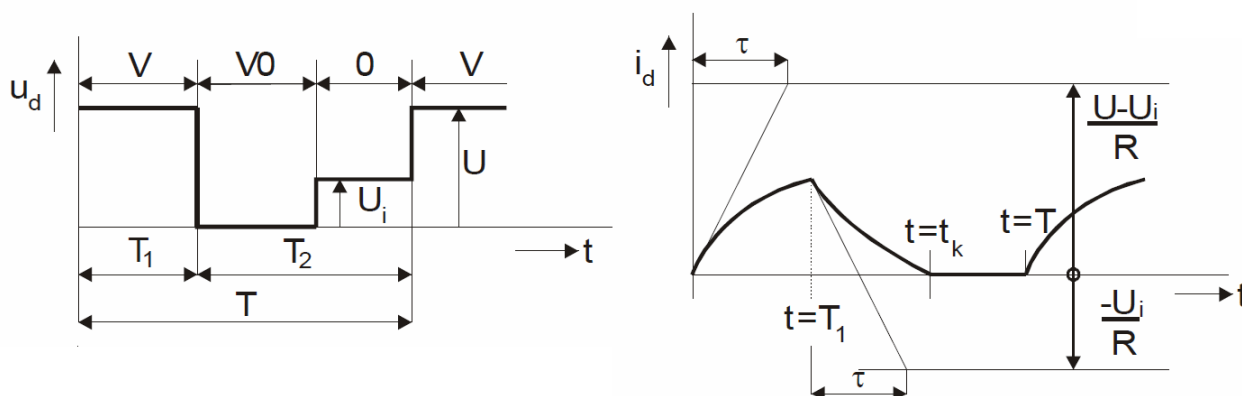
$$U_d = \frac{1}{T} [U \cdot T_1 + U_i (T - t_k)]$$

Následně pro výpočet proudu platí:

$$i_d = \left[ \frac{U - U_i}{R} - i_d(0) \right] \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + i_d(0)$$

Uvažujeme-li měnič s konstantní dobou sepnutí a kmitočtem pro odporově-induktivní charakter zátěže dostáváme vždy nepřerušovaný tok proud. To by však neplatilo za podmínky  $U_i > 0$ . Následně je doba protnutí proudu osou pro jeho nulovou hodnotu určena vztahem:

$$t_k = \frac{U}{U_i} T_1$$



Obr. 2.2m: Průběhy proudu a napětí na stejnosměrném měniči napětí pro přerušovaný proud

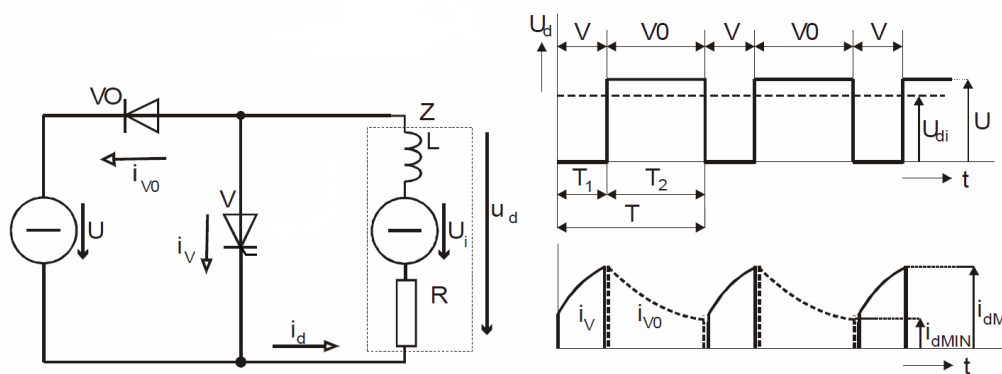
Pulzní měniče pro zvyšování napětí – měnič je tvořen odporově-induktivní zátěží s protinapětím. Změnou od snižujícího měniče napětí je prohození pozice zapínatelného prvku  $V$  s nulovou diodou  $V0$ . Nulová dioda  $V0$  plní ochranou funkci zdroje protinapětí  $U_i$ , který by jinak byl zkratován, v době sepnutí spínače  $V$ , avšak zbytek zátěže je zkratován, tudíž  $u_d = 0$ . Následný vztah pro výpočet proudu rostoucího po exponenciální křivce je vyjádřen vztahem:

$$i_d = i_v = \frac{U_i}{R}$$

Proud v tomto případě nikdy nedosáhne nulové hodnoty a jedná se o stejnosměrný měnič napětí s nepřerušovaným tokem proudu. K přerušení proudu nedochází díky zavedené indukčnosti s protinapětím. Indukčnost v tomto případě můžeme brát jako “kondenzátor” akumulující energii, která je odčerpána po následném rozpojení spínače  $V$ . Výsledný vztah pro výpočet proudu je tedy:

$$i_d = \frac{-U + U_i}{R}$$

Po čas klesání proudu je na zátěži plné napětí zdroje, tedy  $u_d = U$ , což je možné vidět na průběhu 2.2n.



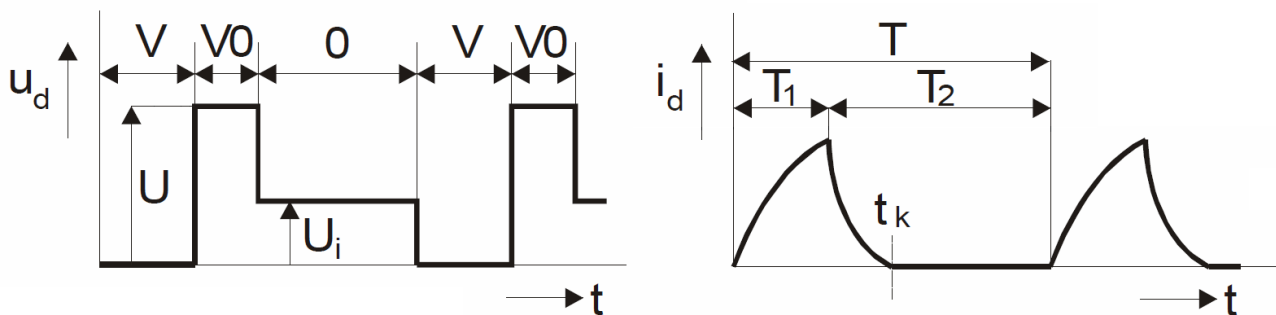
Obr. 2.2n: Průběhy proudu a napětí na stejnosměrném měniči napětí pro nepřerušovaný proud

Následně střední hodnota napětí a proudu na zátěži je vyjádřena vztahem:

$$U_{di} = \frac{T_2}{T} U = \frac{T - T_1}{T} U = (1 - z)U$$

$$I_d = \frac{U_i - U_{di}}{R}$$

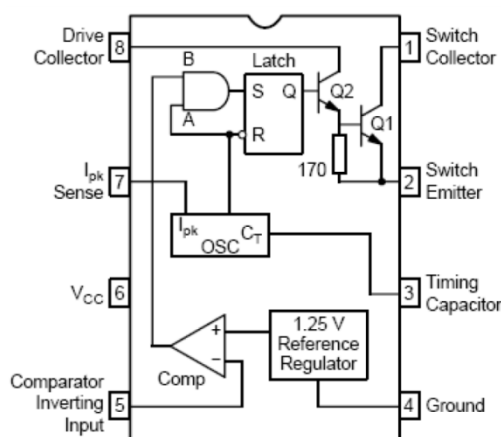
„Aby měnič správně pracoval, musí splňovat podmínku  $I_d > 0$ . Tedy  $U_i > (1 - z)U$ . Tato podmínka je podmíněna nepřerušovaným proudem. Na jejím základě lze usoudit, že při teoretickém rozsahu řízení  $0 \leq z \leq 1$  je rekuperace možná již od hodnot  $U_i \rightarrow 0$  až do hodnot  $U_i$  neomezených. Použitelnost měniče pro rekuperaci je možné při  $U_i < U$ . Při  $U_i > U$  je rekuperace neovladatelná. Měnič je používán především pro rekuperaci energie. Ta bude probíhat jen za předpokladu, že v zátěži bude zdroj  $U_i$ . Jde o převod energie ze zdroje nižšího napětí do zdroje vyššího napětí. Jedna z možností využití je např. generátorické brzdění stejnosměrného motoru elektromobilu.“ (2 str. 45)



Obr. 2.2o: Průběhy proudu a napětí na stejnosměrném měniči napětí pro přerušovaný proud

3. CHLEBIŠ, Petr. Výkonové polovodičové systémy I. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2005.

## Stejnoseměrný měnič napětí MC34063 - zapojení STEP UP



Obr. 2.2p: Blokové schéma DC-DC měniče MC34063

Ten to měnič stejnosměrného napětí je k dispozici v monolitickém provedení nabízející možnosti zapojení step up, down step a invertující spínací regulátor. Disponuje, značím množstvím integrovaných součástí. Vnitřní teplotně kompenzovaný referenční zdroj, komparátor, oscilátor s PWM, proudové omezení, budič a výstupní spínač pro vysoké proudy.

Zdroj proudu spolu s dolním spínačem, který společně tvoří oscilační obvod, který řídí timing capacitor (časovací kondenzátor)  $C_T$ . Obstarávají jeho nabíjecí a vybíjecí cykly. Typické hodnoty proudu pro tuto akci bývají  $35 \mu A$  pro vybití kapacity a pro její opětovné nabití se hodnota pohybuje okolo  $200 \mu A$ . Znamená to značně delší dobu pro jeho nabití, než jakou jsme potřebovali pro vyčerpání jeho náboje. Referenčnímu napětí o nominální hodnotě  $1,25 V$  odpovídá horní práh, přičemž dolní práh je tvořen hranicí cca  $0,75 V$ . Pomocí časovacího kondenzátoru a jeho zvolené kapacity (hodnota se pohybuje ve stovkách  $nF$ ) udáváme frekvenci oscilátoru, který by měl zvládat frekvenční rozsah od  $100 Hz$  do  $100 kHz$ . Musíme však brát v potaz, že každý obvod se trochu liší a také tolerance zvolených součástek. Během doby nabíjení kondenzátoru můžeme na vstupu hradla **A** tak i na vstupu hradla **B** vidět logickou 1. Následně se uzavírá výstupní tranzistor a dojde k vynulování klopného obvodu.

Tento obvod také disponuje proudovým omezením. Toho dosáhneme při monitorování úbytku napětí na vnějším odporu, který je zapojen v sériovém řazení s napětím  $U_{CC}$  a výstupním spínačem. K sledování nám slouží pin s názvem  $I_{pk} sense$ . Při překročení napěťové hladiny  $330 mV$ , dojde k vytvoření nové cesty pro proud zajišťující nabíjení časovacího kondenzátoru  $C_T$ . „To způsobí rychlého dosažení horního prahu oscilátoru, čímž se zkrátí doba sepnutí výstupního tranzistoru a omezí se množství energie uložené v cívce. Toto může být pozorováno jako zvýšení strmosti křivky napětí na kondenzátoru  $C_T$ . Činnost spínacího regulátoru při přetížení způsobí velmi krátkou, ale konečnou dobu sepnutí výstupu, po níž následuje buď normální, nebo prodloužený interval vypnutí způsobený oscilátorem. Rozšíření intervalu vypnutí výstupu je výsledkem nabíjení  $C_T$  nad horní práh působením proudového omezení.“

4. Ing. Kopecký, Ladislav. Zvyšující DC-DC měnič. [Online] 2007. [Citace: 15. srpen 2012.] <http://free-energy.xf.cz/simulace/boost-conv.pdf>.

### 4.3 Mikroprocesor ( $\mu P$ )

Mikroprocesor, též označovaný jako  $\mu P$  nám zajišťuje zpracování instrukcí získaných z programu. Podle druhu instrukcí je možno, aby je zpracoval sám, či za pomoci dalších komponentů. Základem každého  $\mu P$  je logický obvod pro zpracování instrukcí. Tento obvod obsahuje pro zjednodušení programu tzv. instrukční sadu s jednoduchými příkazy. U  $\mu P$  rozlišujeme dva typy instrukčních sad.

- RISC (Reduced instruction set computing)
- CISC (Complex instruction set computing)

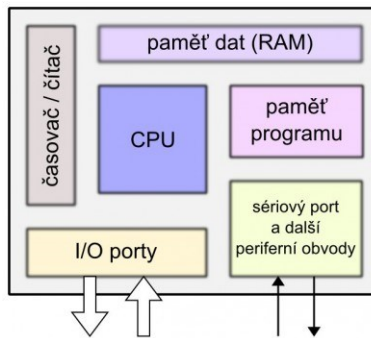
RISC – Jedná se o redukovanou sadu instrukcí, která využívá malou, vysoce optimalizovanou sadu instrukcí pro specializované aplikace. Redukováním instrukční sady, můžeme dosáhnout vyššího výkonu  $\mu P$ . V této době se hojně využívá této architektury pro běžná zařízení, jako jsou např. laserové tiskárny, Smartphone, síťové prvky, čipové sady základních desek počítačů.

- Všechny instrukce mají jednu pevně danou délku
- Tato délka je většinou 4 byte
- Instrukce se většinou vykoná v 1 hodinovém cyklu
- Žádná instrukce neprovádí naráz aritmetickou operaci a práci s pamětí (přičti a ulož do paměti atd.)
- Nemají žádnou formu nepřímého adresování paměti
- Žádná instrukce neadresuje více než 1 paměťové místo
- Velký počet registrů

CISC – Architektura CISC obsahuje na rozdíl od RISC, úplnou instrukční sadu, což nám dovoluje vykonávat různé druhy operací. Od nízko-úrovňových (pod tím to pojmem si můžeme představit matematické operace, načítání z paměti, či uchování informace v paměti) k mnohočetnému krokování operace, případně možností za adresování každé instrukce jednotlivě.

- instrukce mají proměnlivou délku i dobu vykonání
- procesor obsahuje relativně nízký počet registrů
- má velmi bohatou instrukční sadu

Mikrokontrolér je jednočipový mikropočítač vhodný pro využití v řízení. Kromě vstupních a výstupních obvodů jsou v něm integrovány i mnohé další obvody – např. A/D a D/A převodníky, čítač, časovač, komparátor, synchronní sériový port, USB, PWM, EEPROM ...



Obr. 2.2p: Mikrokontrolér – blokové schéma

**CPU** - (Central Processing Unit) Jedná se o výpočetní jednotku, zajišťující komunikaci a řízení čtení a zápisu dat ve spolupráci s ALU (Arithmetic Logic Unit). Dále nám řídí celou strukturu mikrokontrolérů.

**RAM** – (random access memory) zde se ukládají mezí výsledky, proměnné. Tento druh paměti je v tomto případě energeticky závislý, tudíž při přerušení dodávky napětí se strácí veškeré informace.

**Časovač a čítač** - slouží k detekování počtu impulsů, či cyklů v časovém pásmu. Pomocí programu ho lze konfigurovat

**Paměť programu** – Je nutná k uložení vlastního programu obsahující instrukce k chodu. V této době se jedná už o přepisovatelný druh pamětí.

**I/O porty** – (Input / Output) zajišťuje komunikaci mezi mikrokontrolérem a vstupními/výstupními perifériemi (např. display, tiskárna, komunikační porty)

**Sériové porty a další periférie** – mohou být použiti pro komunikaci s dalšími mikrokontroléry, nebo externími převodníky

7. **Chen, Crystal, Novick, Greg a Shimano, Kirk.** Risc Architecture. [Online] [Citace: 12. Prosinec 2012.] <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~eroberts/courses/soco/projects/2000-01/risc/whatis/>

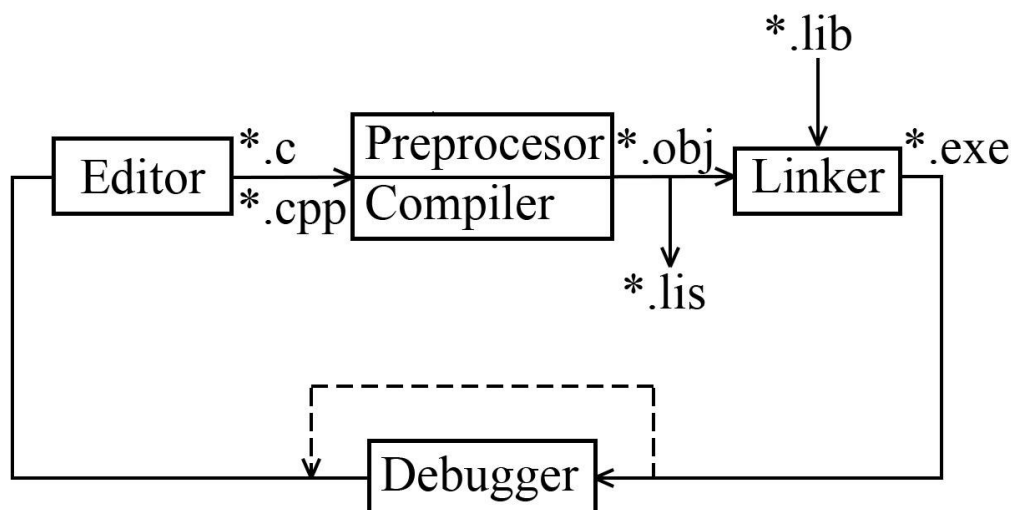
## 4.4 Jazyk C

Jedná se o všestranný programovací jazyk, který je všeobecně použitelným nástrojem. Prvotní záměr užití jazyku C, bylo pro účely systému UNIX. Programovací jazyk C vznikl v roce 1972, vyvinuli ho Denis Richie a Brian Kernigh. Od roku 1983 se vyvíjeli první standardy jazyku C společností ANSI (American National Standards Institute). Roku 1989 byl konečně vydán standard C. Následujícího roku organizace ISO (International Organization for Standardization) přebrala standard jazyka C od organizace ANSI. Posledním doposud vydáním standardem organizací ISO je tzv. norma C99 vydaná roku 1999. Tento standard umožňuje přenositelnost některých vlastností z jazyka C++ např. objektové programování. Program se ukládá do souboru \*.c nebo \*.cpp. Tyto soubory mohou obsahovat také hlavičkové soubory, vlastní funkce. Jazyk C spolu s C++ patří k nejstarším, stále využívaným programovacím jazykům. Většina ostatních jazyků vychází právě z nich.

### Vlastnosti jazyka C:

- jedná se o kompilační jazyk (nutnost překladu)
- je strukturovaný
- neváže se na počítač, nebo operační systém
- velmi dobře dokáže pracovat s pamětí
- je to silně typový jazyk
- jazyk nízké úrovně (pracuje se základními datovými typy)

### Způsob zpracování programu v jazyce C:



Obr. 2.4a: schéma zpracování programu v jazyce C

Editor	slouží k vytváření a úpravě zdrojových souborů *.c nebo *.cpp
Preprocesor	Jde o součást překladače. Zde se vkládají soubory knihovny *.h. Preprocesor dále předzpracovává zdrojové soubory.
Compiler	Zajišťuje překlad zdrojového souboru do proměnlivého (objektového) kódu PC. Vytváří se soubor *.obj. V tomto kódu prozatím ještě chybí zaadresování proměnných, popřípadě funkcí (mohou být uchovány stále v knihovně). Mimo jiné se generuje tzv. protokol o překladu *.lis.
Linker	Zde se proměnnému kódu určí absolutní adresy a provede všechny odkazy, prozatím neznámé identifikátory. Na konci procesu dostáváme spustitelný *.exe soubor.
Debugger	Slouží k nalezení a opravě chyb v programu

8. **Kučera, Jan.** Stručný úvod do programovacího jazyka C. [Online] [Citace: 23. Srpen 2012.] <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pb071/uvodc.htm>.

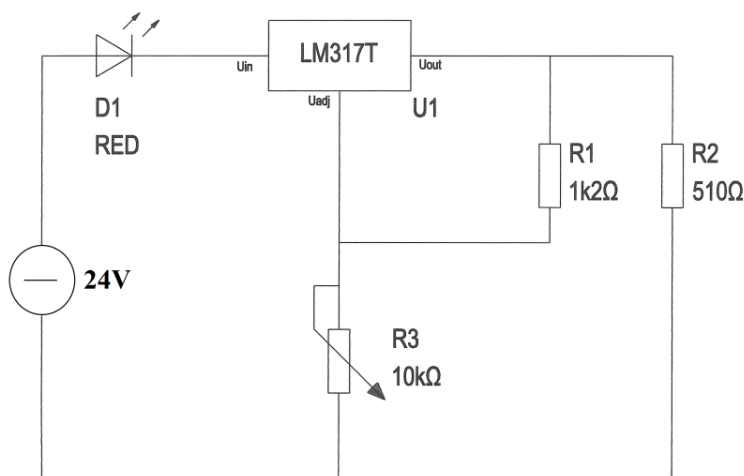
9. **Kračmar, Stanislav a Vogel, Jiří.** Programovací jazyk C. České vysoké učení technické v Praze- Fakulta strojní. [Online] 11. Červenec 1998. [Citace: 17. Srpen 2012.] <http://fsinet.fsid.cvut.cz/cz/U201/skr.html>.

10. **Šusta, R.** Stručný přehled základní syntaxe jazyka C. [Online] 1999. [Citace: 19. Srpen 2012.] <http://dce.felk.cvut.cz/pos/cv1/jazykc.pdf>.



## 5. Postup řešení zadaných úkolů

### 5.1 Proudový zdroj



Obr. 3.3.3a: Reálné schéma zapojení zdroje proměnného proudu

Integrovaný obvod LM317T je napěťový stabilizátor napájen zdrojem 24V a proudem 100mA obstarávající měnič stejnosměrného napětí uvedeného v odstavci 3.3.1. Jedná se o standardní zapojení obvodu získaného z datasheet. Obvod je možné dále doplnit doplňkovým filtračním kondenzátorem o vhodné spočtené kapacitě, pro daný případ se kapacita pohybuje o velikosti 9μF.

Vstupní napětí	$U_{in} = 24\text{ V}$
Výstupní napětí	$U_{out} = 1,35 - 12,24\text{ V}$
Výstupní proud	$I_{out} = 4 - 24\text{ mA}$
Odpor regulace	$R3 = 10\text{ k}\Omega$
Odpor zátěže	$R2 = 510\text{ }\Omega$
Referenční napětí	$V_{REF} = 1,25\text{ V}$
Nastavený proud	$I_{adj} = 50\text{ }\mu\text{A}$

$$V_{out} = V_{REF} \left( 1 + \frac{R_3}{R_1} \right) + I_{adj} \cdot R_2$$

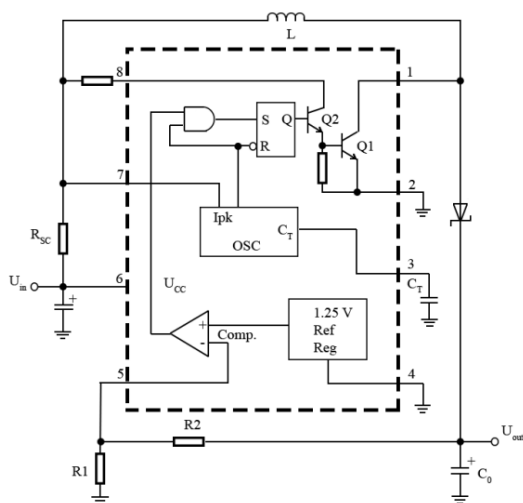
$$12,24 = 1,25 \left( 1 + \frac{10\,000}{R_1} \right) + 50 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3$$

$$12,24 = 1,25 + \frac{12500}{R_1} + 0,5$$

$$10,49 = \frac{12500}{R_1}$$

$$R_1 = 1191\text{ k}\Omega \approx 1\text{ k}2$$

## 5.2 DC/DC měnič



Obr. 3.3.1a: Reálné schéma zapojení DC-DC měniče MC34063

Vstupní napětí	$U_{in} = 3 - 4,2 \text{ V}$
Výstupní napětí	$U_{out} = 24 \text{ V}$
Zvlnění napětí	$U_R = 0,1 \text{ V}$
Výstupní proud	$I_{out} = 0,1 \text{ A}$
Frekvence spínání	$f = 80 \text{ kHz}$
Odpor děliče	$R1 = 2 \text{ k}\Omega$

Teoretické hodnoty:

Pro zjednodušení uvažujeme  $\eta \cong 87\%$

$$P = \frac{U_{out} \cdot I_{out}}{\eta}$$

$$P = \frac{24 \cdot 0,1}{0,87}$$

$$P = 2,76 \text{ W}$$

Střední hodnota proudu před tlumivkou

$$I_{in} = \frac{P}{U_{inmin}}$$

$$I_{in} = \frac{2,76}{3}$$

$$I_{in} = 0,92 \text{ A}$$

Maximální hodnota proudu

$$I_{max} = \frac{2 \cdot I_{in}}{\delta}$$

$$I_{max} = \frac{2 \cdot 0,92}{0,8}$$

$$I_{max} = 2,3 \text{ A}$$

Indukčnost tlumivky (minimální hodnota)

$$L_{min} = \frac{U_{in} \cdot T}{I_{max} \cdot 2}$$

$$L_{min} = \frac{U_{in}}{2 \cdot I_{max} \cdot f}$$

$$L_{min} = \frac{4,2}{2 \cdot 2,3 \cdot 80 \cdot 10^3}$$

$$L_{min} = 1,14 \cdot 10^{-5} = 11,4 \mu\text{H}$$

Poměr napěťového děliče

$$R2 = \left( \frac{U_{out} - 1,25}{1,25} \right) \cdot R1$$

$$R2 = \left( \frac{24 - 1,25}{1,25} \right) \cdot 2000$$

$$R2 = 36,4 \text{ k}\Omega$$

Za pomoci použití kalkulátoru MC34063 calculator, jsme určili potřebné hodnoty součástek step up měniče a přibližně se shodovali s vypočtenými hodnotami.

$R_{SC} [\Omega]$	0,16
$R_2 [\Omega]$	36,4 k
$C_0 [\mu F]$	100,55
$C_T [pF]$	446,27
$L_{min} [\mu H]$	15,19

$U_{in}$  nám zajišťuje Li-ion baterie o napětí, které se pohybuje od plně nabitého článku (4,2 – 4,1 V) k vybitému článku (2,7 V), avšak baterie bude operovat v rozmezí napětí 4.2 – 3 V. (3)

### 5.3 Program pro MCU

```
#define __AVR_ATmega16__ 1 //typ integrovaného obvodu
#define F_CPU 6000000UL //taktovací frekvence

#include <avr/io.h> //adresy registrů daného integrovaného obvodu
#include <avr/interrupt.h> //zahrnutí přerušení

unsigned char PosDisp=0; //svítící číslice displeje
unsigned char D0=0; //jednotlivé číslice displeje
unsigned char D1=0;
unsigned char D2=2;

unsigned char PosD=0;

unsigned char Disp0=0; //řízení výstupních trandů pro displej
unsigned char Disp1=0;
unsigned char Disp2=0;

unsigned char K=0;

void Prevod(void) {
//Vynulování proměnných
D0=0;
D1=0;
D2=0;
//Výpočet číslice na pozici D0 (jednotky)
if((PosD&1)==1) D0=1; //1 -> 1
if(((PosD&2)>>1)==1) D0=D0+2; //2 -> 2
if(((PosD&4)>>2)==1) D0=D0+4; //4 -> 4
if(((PosD&8)>>3)==1) D0=D0+8; //8 -> 8
if(((PosD&16)>>4)==1) D0=D0+16; //16 -> 16
if(((PosD&32)>>5)==1) D0=D0+32; //32 -> 32
if(((PosD&64)>>6)==1) D0=D0+64; //64 -> 64
if(((PosD&128)>>7)==1) D0=D0+128; //128 -> 128

//D0 může nyní nabývat max. hodnoty 35

if (D0>=30) {
D0=D0-30;
D1=3;
}
else if (D0>=20) {
D0=D0-20;
D1=2;
}
```

```

        else if (D0>=10) {
            D0=D0-10;
            D1=1;        }

//Výpočet číslí na pozici D1 (desítky)
if(((PosD&16)>>4)==1) D1=D1+1;    //16 -> 1
if(((PosD&32)>>5)==1) D1=D1+3;    //32 -> 3
if(((PosD&64)>>6)==1) D1=D1+6;    //64 -> 6
if(((PosD&128)>>7)==1) D1=D1+2;    //128 -> 2

//D1 může nyní nabývat max. hodnoty 15 (vč. max. 3 z nižší dekády)
if (D1>=10) {
    D1=D1-10;
    D2=1; }

//Výpočet číslí na pozici D2 (stovky)
if(((PosD&128)>>7)==1) D2=D2+1;    //128 -> 1

//Přepočet na 7seg kód
if (D0==0) Disp0=0b11111100;
if (D0==1) Disp0=0b01100000;
if (D0==2) Disp0=0b11011010;
if (D0==3) Disp0=0b11110010;
if (D0==4) Disp0=0b01100110;
if (D0==5) Disp0=0b10110110;
if (D0==6) Disp0=0b10111110;
if (D0==7) Disp0=0b11100000;
if (D0==8) Disp0=0b11111110;
if (D0==9) Disp0=0b11110110;

if (D1==0) Disp1=0b11111101;
if (D1==1) Disp1=0b01100001;
if (D1==2) Disp1=0b11011011;
if (D1==3) Disp1=0b11110011;
if (D1==4) Disp1=0b01100111;
if (D1==5) Disp1=0b10110111;
if (D1==6) Disp1=0b10111111;
if (D1==7) Disp1=0b11100001;
if (D1==8) Disp1=0b11111111;
if (D1==9) Disp1=0b11110111;

if (D2==0) Disp2=0b11111100;
if (D2==1) Disp2=0b01100000;
if (D2==2) Disp2=0b11011010;}

ISR(TIMER0_OVF_vect) {    //přepínání displeje
K++;
if (PosDisp==0)    //dosud svítilo D0
    {PosDisp=1;    //bude svítit D1
    PORTB=0b11111111;
    PORTD=Disp1;
    PORTB=0b11111101;}
else if (PosDisp==1) //dosud svítilo D1
    {PosDisp=2;    //bude svítit D2
    PORTB=0b11111111;
    PORTD=Disp2;
    PORTB=0b11111011;}
else if (PosDisp==2)    //dosud svítilo D2
    {PosDisp=0;    //bude svítit D0
    PORTB=0b11111111;
    PORTD=Disp0;
    PORTB=0b11111110;}}

```

```

int main(void) {
    DDRA=0b00000000;    //celý port A vstupní
    DDRB=0b11111111;    //celý port B výstupní
    DDRD=0b00000111;    //PD0 až PD2 výstupní; zbytek vstupní
    TCCR0=0b00000011;    //mj. nastavení předděličky čítače/časovače
                        //poslední trojčíslí "011" -> fclk/64

    ADMUX=0b11100111;    //vnitřní reference; výsledek zarovnán vlevo; vstup z
ADC7 (PA7)
    ADCSRA=0b10000110;    //zapnutí A/D převodníku; nastavení předděličky
                        //poslední trojčíslí "110" -> fclk/64

    SREG=SREG|0b10000000; //globální povolení přerušení
    TIMSK=0b00000001;    //povolení přerušení při přetočení časovače 0

    while(1) {
        if (K>100) {
            K=0;
            ADCSRA=ADCSRA|0b01000000;    //start A/D převodu
            while(((ADCSRA>>4)&1)==0) {} //čekání na konec převodu
            PosD=ADCH;}}

    return 0;    //návrátová hodnota hlavní funkce (na hodnotě nezáleží)
}

```

#### 5.4 Zpracování výrobní dokumentace

viz. Příloha1 – Technická dokumentace

#### Popis přípravku

Přípravek slouží k aktivnímu a pasivnímu testování proudových smyček. V aktivním režimu je přípravek napájen z interního zdroje 3,7 V, realizovaného Li-ion baterií. Aktivní a pasivní režim je oddělen pomocí DC spínače, přičemž MCU s displejem je možno vypnout pomocí druhého DC spínače. Pro aktivní režim přípravku je nutno napětí z baterie zvýšit na 24 V pro napájení LM317T, to je realizováno pomocí DC/DC měniče. Přípravek se připojuje přes přístrojovou zdířku, červená je pro kladné napětí a zem je přes žlutou. Pro pasivní využití, je odpojen interní zdroj pomocí přepnutí polohy spínače od stejnosměrného měniče napětí a je využíváno externího zdroje napětí o velikosti 24 V jdoucího přímo na vstup obvodu LM317T. Externí zdroj může být např. realizován z PLC. Regulace proudu na požadovanou hodnotu 4-24 mA je obstarávána pomocí lineárního potenciometru. Odečet hodnoty proudu na zátěži je proveden pomocí děliče napětí paralelně zapojeného k zátěži Z, aby nedošlo k jejímu ovlivnění. Z děliče napětí odebíráme napětí od 0 – 2,4 V, vstupujících do A/D převodníku MCU. MCU při tom využívá interní referenční napětí 2.65. Pomocí programu přepočteme napětí na A/D převodníku na proud a zobrazíme na 7 segmentovém displeji. Displej je zapojen multiplexně se společnou anodou, kdy jde o 3 ½ mastný displej. Rožnutí displeje je prováděno odesláním příslušného impulsu ze vstupních/výstupních portu MCU do tranzistoru pracujících jako spínače. Nahrání programu do MCU je realizováno pomocí LTP portu.

Schéma zapojení

viz. Příloha2 - Technická dokumentace/3 Schéma/Schema zapojeni.png

Výstupní průběhy:

viz. Příloha3 – Prubehy/vystup.pdf

## **6. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.**

Při výkonu praxe jsem čerpal z mnoha teoretických i praktických zkušeností získaných během celého studia a jejich následnou aplikaci pro danou problematiku.

Technická dokumentace – z daného předmětu byli uplatněny jisté zásady pro zpracování požadované technické dokumentace a všech potřebných výkresu, elektrických schémat.

Teorie obvodů I a II – základní principy činnosti elektrických obvodů.

Číslicová a mikroprocesorová technika I – elementární práce a programování mikroprocesoru.

Elektronika – získané znalosti o činnosti elektronických prvků a zařízení.

Výkonové polovodičové systémy I - princip činnosti různých druhu měničů, jejich použití

Principy zařízení komerční elektroniky – určité základní zásady pro konstrukci komerční elektroniky

Základy konstrukčních technologií v elektronice – práce se softwarem pro návrh plošných spojů a pravidla jejich návrhů

## **7. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.**

Při řešení úkolů zadaných na praxi, bylo nutné doplňovat chybějící znalosti a nutno přenést teoretické modely na praktické, dostupné na trhu. Zejména při aplikaci měniče napětí a využití MCU. Bylo nutno se seznámit s jejich vlastnostmi a vhodnosti jejich použití.

## **8. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.**

Odborná praxe mi přinesla mnoho nových zkušeností v praktické elektronice, kdy jsem se naučil samostatnému řešení zadané problematiky. Získal jsem nové zkušenosti při navrhování obvodu elektroniky a jejich následné realizaci pro praktické využití. V řádném termínu byl dokončen projekt a odevzdán s patřičnou technickou dokumentací. Přípravek řádně pracuje v požadovaném rozmezí proudu 4-24 mA jak je ukázáno v Příloha3 – Prubehy/vystup.pdf pro hodnotu proudu 4 mA. Výstup je udáván při použití interního zdroje v podobě Li-ion baterie. Během celého testu nedocházelo k výkyvům proudu na výstupu. Test byl prováděn vždy po dobu 20 minut.

## 9. Seznam použité literatury

1. Huisman. [Online] 2008. [Citace: 15. srpen 2012.]  
[http://www.huismanequipment.com/cz/about\\_huisman](http://www.huismanequipment.com/cz/about_huisman).
2. **CHLEBIŠ, Petr.** *Výkonové polovodičové systémy I.* Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2005.
3. MC 34063 Step-Up/Down Calculator. *Hobby Electronics*. [Online]  
<http://dics.voicecontrol.ro/tutorials/mc34063/>.
4. **Ing. Kopecký, Ladislav.** Zvyšující DC-DC měnič. [Online] 2007. [Citace: 15. srpen 2012.]  
<http://free-energy.xf.cz/simulace/boost-conv.pdf>.
5. **Incorporated, Texas Instruments.** Texas Instruments. [Online] [Citace: 16. Říjen 2012.]  
<http://www.ti.com/lit/ug/sl00107/sl00107.pdf>.
6. **Neznámý.** zdroje proudu. [Online] [Citace: 12. Říjen 2012.] [micro.feld.cvut.cz](http://micro.feld.cvut.cz).
7. **Chen, Crystal, Novick, Greg a Shimano, Kirk.** Risc Architecture. [Online] [Citace: 12. Prosinec 2012.] <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~eroberts/courses/soco/projects/2000-01/risc/whatis/>.
8. **Kučera, Jan.** Stručný úvod do programovacího jazyka C. [Online] [Citace: 23. Srpen 2012.]  
<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pb071/uvodc.htm>.
9. **Kračmar, Stanislav a Vogel, Jiří.** Programovací jazyk C. *České vysoké učení technické v Praze - Fakulta strojní*. [Online] 11. Červenec 1998. [Citace: 17. Srpen 2012.]  
<http://fsinet.fsid.cvut.cz/cz/U201/skrc.html>.
10. **Šusta, R.** Stručný přehled základní syntaxe jazyka C. [Online] 1999. [Citace: 19. Srpen 2012.]  
<http://dce.felk.cvut.cz/pos/cv1/jazykc.pdf>.

## 10. Seznam příloh

Příloha1 - Technická dokumentace  
Příloha2 - Technická dokumentace/3 Schéma/Schema zapojeni.png  
Příloha3 – Průběhy/vystup.pdf